

PENGARUH GRADASI AGREGAT TERHADAP KEDALAMAN ALUR RODA PADA CAMPURAN BETON ASPAL PANAS

Dwinanta Utama

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknik

Universitas Borobudur

Jl. Raya Kali Malang No. 1, Jakarta Timur 13430

(P):021-8618293 ext. 20 (F):021-8613872

e-mail: udwinanta@yahoo.com

Abstrak

Beton aspal merupakan campuran aspal keras dan agregat yang mempunyai gradasi menerus (continuous graded), yang kemudian dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu. Nilai stabilitas beton aspal dicapai dengan adanya variasi ukuran butiran agregat yang saling mengunci (interlocking). Pada penelitian ini dicoba jenis bahan pengisi (filler) abu batu sebagai bahan tambahan dengan harapan diperoleh suatu campuran beton aspal yang lebih baik dan memenuhi persyaratan untuk perkerasan lapisan jalan. Metode yang digunakan dalam perencanaan campuran adalah metode Marshall, dengan mengikuti prosedur Direktorat Jenderal Bina Marga. Sebelum percobaan diperkirakan kadar aspal optimum, kemudian percobaan dilakukan untuk mencari kadar aspal optimum dengan memvariasikan kadar aspal dengan interval 0,5%, sehingga dihasilkan 2 titik di bawah dan 2 titik di atas kadar aspal optimum. Dengan menggunakan kadar aspal optimum yang diperoleh, dibuat benda-benda uji untuk pengujian Marshall standar dan pengujian Marshall immersion dengan durasi perendaman 24 jam, serta benda-benda uji untuk pengujian wheel tracking untuk mengetahui kecepatan deformasi dan stabilitas dinamis. Dari hasil pemeriksaan didapat bahwa campuran laston yang menggunakan agregat dengan gradasi di atas kurva Fuller mempunyai nilai stabilitas yang lebih tinggi dibandingkan campuran laston yang menggunakan agregat dengan gradasi di bawah kurva Fuller.

Kata-kata kunci: beton aspal, bahan pengisi abu batu, kurva Fuller, stabilitas Marshall

LATAR BELAKANG

Dengan meningkatnya dinamika pembangunan dan bertambah pesatnya mobilisasi barang dan manusia, maka meningkat pula pertumbuhan lalu lintas di jalan. Seiring dengan meningkatnya beban dan frekuensi lalu lintas, maka teknologi perkerasan jalan juga terus berkembang. Untuk memenuhi tuntutan globalisasi dalam hal prasarana jalan di Indonesia, maka usaha-usaha untuk meningkatkan mutu jalan terus ditingkatkan agar didapat hasil yang optimal.

Suatu ruas jalan harus dapat memberikan rasa aman dan nyaman kepada penggunanya, baik dari struktur maupun dari tekstur permukaan jalan tersebut. Suatu faktor yang mempengaruhi keamanan dan kenyamanan suatu jalan adalah kualitas konstruksi perkerasan jalan tersebut. Perkerasan jalan diharapkan memiliki permukaan yang rata, tidak bergelombang, tidak melendut, dan tidak berlubang. Upaya yang dapat dilakukan dalam perencanaan dan pelaksanaan konstruksi perkerasan untuk memenuhi syarat tersebut adalah menentukan gradasi yang tepat untuk agregat yang digunakan pada perkerasan.

Studi ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan karakteristik campuran beton aspal panas yang dipengaruhi oleh gradasi agregat yang digunakan. Dua macam gradasi agregat akan dibandingkan, yaitu gradasi agregat yang berada di atas kurva Fuller dan gradasi agregat yang

berada di bawah kurva Fuller. Karakteristik beton aspal yang diuji dinyatakan dengan parameter hasil pengujian Marshall dan hasil pengujian yang menggunakan alat Wheel Tracking Machine.

METODOLOGI

Langkah kerja yang pertama dilakukan adalah melakukan persiapan dan penyediaan bahan material, yaitu aspal dengan penetrasi 60, agregat kasar, agregat sedang, dan abu batu. Untuk mengetahui sifat-sifat fisik material aspal dan agregat yang digunakan, sesuai dengan syarat-syarat teknis yang ada di laboratorium. Agregat yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat gradasi spesifikasi baru campuran beraspal panas.

Unsur-unsur dari pemeriksaan perkerasan meliputi :

- (1) Pemeriksaan fisik aspal pen 60, meliputi penetrasi, titik lembek, daktilitas, kelarutan dalam C_2HCl_3 , titik nyala, berat jenis, dan kehilangan berat.
- (2) Pemeriksaan sifat fisik agregat kasar alam, yang terdiri atas analisis saringan (gradasi), berat jenis dan penyerapan air, keausan (abrasi), indeks kepipihan (slot), kelekatan terhadap aspal, serta benturan (impact.)
- (3) Pemeriksaan sifat fisik agregat halus alam, yang terdiri atas analisis saringan, sand equivalent, berat jenis, dan penyerapan air.
- (4) Pengujian campuran beraspal, yang meliputi uji campuran beraspal panas dengan menggunakan alat Marshall dan uji deformasi dengan menggunakan alat Wheel Tracking Machine.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen di laboratorium. Eksperimen di laboratorium dilakukan dengan melakukan pengamatan terhadap benda-benda uji yang terbuat dari beton aspal campuran panas, sehingga dapat diketahui sifat-sifat campuran panas tersebut. Karakteristik dasar campuran yang menjadi bahan dasar penelitian meliputi stabilitas Marshall, Pelelehan (flow) Marshall, rongga terhadap agregat (VMA), rongga terhadap campuran (VIM), rongga terisi aspal (VFB), dan Marshall Quotient (MQ).

ANALISIS

Hasil Pengujian Aspal dan Agregat

Aspal yang digunakan pada studi ini adalah Aspal Pen 60. Hasil pengujian sifat fisik aspal, seperti diperlihatkan pada Tabel 4.1, menunjukkan bahwa aspal yang digunakan untuk penelitian ini memenuhi syarat yang ada pada spesifikasi Standar Nasional Indonesia (SNI). Nilai penetrasi aspal sebesar 62,2, di mana nilai ini berada pada rentang 60 sampai 79 menunjukkan bahwa aspal yang digunakan memenuhi spesifikasi aspal Pen 60 menurut Bina Marga. Sifat fisik aspal yang lain, seperti daktilitas yang melebihi nilai minimum, mengidentifikasikan bahwa aspal tidak mudah getas atau aspal mempunyai sifat fleksibel. Aspal yang digunakan juga mempunyai titik lembek $49^{\circ}C$, sehingga aspal tersebut dapat digunakan sebagai bahan pengikat pada campuran beraspal panas, khususnya campuran beton aspal panas untuk lapis permukaan pada struktur perkerasan lentur jalan raya, dan dapat digunakan sebagai bahan pengikat dalam campuran laston, sesuai dengan Spesifikasi Baru Beton Aspal Campuran Panas.

Tabel 1 Hasil Pengujian Aspal

No	Jenis Pemeriksaan	Prosedur Pemeriksaan	Spesifikasi		Hasil Uji	Satuan
			Min	Maks		
1	Penetrasi (25 ⁰ C, 100 gr, 5 detik)	SNI-06-2456-1991	60	79	62,2	0,1 mm
2	Titik Lembek (Ring & Ball)	SNI-06-2434-1991	48	58	48,75	⁰ C
3	Titik Nyala (Clev. Oven Cup)	SNI-06-2433-1991	200	-	339	⁰ C
4	Kehilangan Berat (163 ⁰ C, 5 jam)	SNI-06-2441-1991	-	0,8	0,0129	% Berat
5	Kelarutan dalam CCl ₄	ASTM-D-2042	99	-	99,691	% Berat
6	Daktalitas (25 ⁰ C, 5 cm/menit)	SNI-06-2432-1991	100	-	> 100	cm
7	Penetrasi setelah kehilangan berat	SNI-06-2456-1991	54	-	80,59	% Semula
8	Berat jenis (25 ⁰ C)	SNI-06-2488-1991	1	-	1,056	gram/cc

Hasil pengujian analisis saringan terhadap agregat yang digunakan disajikan pada Tabel 2. Gradasi yang dihasilkan dari analisis saringan tersebut merupakan salah satu hal yang akan mempengaruhi kepadatan campuran, yang pada akhirnya juga akan mempengaruhi nilai rongga dalam butir, dan hal ini berarti akan mempengaruhi tebal lapisan perkerasan jalan.

Tabel 2 Hasil Analisis Saringan

Ukuran Saringan	Gradasi Campuran di bawah Kurva Fuller (% lolos)	Gradasi Campuran di atas Kurva Fuller (% lolos)
¾inch	100,0	100,0
½inch	95	93,22
3/8inch	84,5	84,55
No. 4	64	59,47
No. 8	43	42,66
No. 30	28	18,74
No. 50	21	13,71
No. 200	7	7,5

Perancangan Campuran

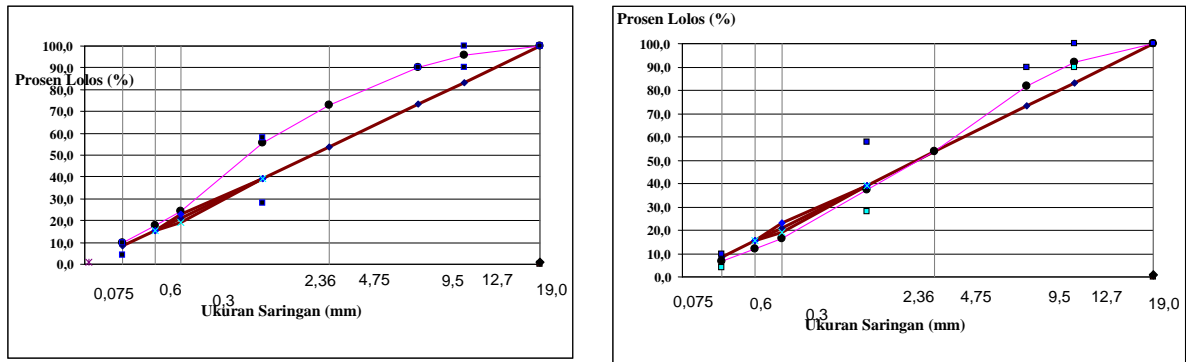
Gradasi campuran yang dipakai pada penelitian ini sesuai dengan spesifikasi ACWC yang terdapat pada Spesifikasi Baru Beton Aspal Campuran Panas tahun 2002. Dua macam gradasi digunakan pada studi ini, yaitu: (1) gradasi ACWC di atas kurva Fuller dan (2) gradasi ACWC di bawah kurva Fuller. Batasan yang dijadikan acuan dapat dilihat pada Tabel 3, untuk gradasi di atas kurva Fuller, dan pada Tabel 4, untuk gradasi di bawah kurva Fuller.

Tabel 3 Gradasi Campuran Spesifikasi Baru ACWC (di atas Kurva Fuller)

Uraian	Ukuran saringan							
	3/4inch 19mm	1/2inch 12,7mm	3/8inch 9,5mm	No. 4 4,75mm	No. 8 2,36mm	No. 30 0,6mm	No. 50 0,3mm	No. 200 0,075mm
Data gradasi								
Agg. Kasar	100,0	69,2	29,8	3,2	1,8	1,4	1,2	0,7
Agg. Sedang	100,0	100,0	100,0	35,9	8,6	5,0	4,2	1,8
Abu Batu	100,0	100,0	100,0	100,0	82,7	35,3	25,4	14,2
Combinasi agregat								
Agg. Kasar	14,0%	14,0	9,7	4,2	0,4	0,3	0,2	0,1
Agg. Sedang	21,0%	21,0	21,0	21,0	7,5	1,8	1,1	0,4
Abu Batu	65,0%	65,0	65,0	65,0	53,8	22,9	16,5	9,2
Total campuran	100,0	95,7	90,2	73,0	55,8	24,2	17,6	9,7
Spesifikasi gradasi								
Maks	100,0	100,0	90,0		58,0			10,0
Min	100,0	90,0			28,0			4,0
Fuller	100,0	83,3	73,2	53,6	39,1	21,1	15,5	8,3
Daerah Dihindari								
Maks					39,1	23,1	15,5	
Min					39,1	19,1	15,5	

Tabel 4 Gradasi Campuran Spesifikasi Baru ACWC di bawah Kurva Fuller

Uraian	Ukuran saringan							
	3/4inch 19mm	1/2inch 12,7mm	3/8inch 9,5mm	No. 4 4,75mm	No. 8 2,36mm	No. 30 0,6mm	No. 50 0,3mm	No. 200 0,075mm
Data gradasi								
Agregat Kasar	100,0	69,2	29,8	3,2	1,8	1,4	1,2	0,7
Agregat Sedang	100,0	100,0	100,0	35,9	8,6	5,0	4,2	1,8
Abu Batu	100,0	100,0	100,0	100,0	82,7	35,3	25,4	14,2
Filler Katalis	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	82,1
Combinasi agregat								
Agregat Kasar	26,0%	26,0	18,0	7,7	0,8	0,5	0,4	0,2
Agregat Sedang	33,0%	33,0	33,0	33,0	11,8	2,8	1,7	0,6
Abu Batu	41,0%	41,0	41,0	41,0	33,9	14,5	10,4	5,8
Total campuran	1,00	100,0	92,0	81,7	53,7	37,2	16,5	6,6
Spec.gradasi								
Maks	100,0	100,0	90,0		58,0			10,0
Min	100,0	90,0			28,0			4,0
Fuller	100,0	83,3	73,2	53,6	39,1	21,1	15,5	8,3
Daerah Dihindari								
Maks					39,1	23,1	15,5	
Min					39,1	19,1	15,5	



Gambar 1 Gradasi Rencana Campuran ACWC di atas dan di bawah Kurva Fuller

Penentuan kadar aspal untuk rancangan campuran mengacu pada prosedur Asphalt Institute MS-2 1994 atau petunjuk Rancangan Campuran Aspal Puslitbang 1999. Perkiraan rencana kadar aspal diperoleh dengan menggunakan rumus:

$$P_b = 0,035 (\% \text{ CA}) + 0,045 (\% \text{ FA}) + 0,18 (\% \text{ FF}) + \text{Konstanta} \quad (1)$$

dengan:

CA = Agregat kasar

FA = Agregat halus

FF = Bahan pengisi (Filler)

Nilai konstanta untuk laston diambil sebesar 1,0.

Kadar aspal yang dipakai pada campuran beraspal panas pada penelitian ini adalah dua kadar aspal di bawah nilai P_b dan dua kadar aspal di atas nilai P_b , dengan perbedaan masing-masing 0,5%. Perhitungan nilai kadar aspal adalah sebagai berikut:

$$\text{CA} = 100 - 38,8 = 61,2\%$$

$$\text{FA} = 38,8 - 6,9 = 31,9\%$$

$$\text{FF} = 100 - (61,2 + 31,9) = 6,9\%$$

$$\text{Jadi } P_b = 0,035 (61,2\%) + 0,045 (31,9\%) + 0,18 (6,9\%) + 1 = 6,14\% \approx 6\%$$

Dari perhitungan tersebut didapat nilai perkiraan kadar aspal mula-mula, yaitu 6%, sehingga kadar aspal yang digunakan untuk membuat campuran beraspal panas, baik untuk campuran dengan gradasi di atas kurva Fuller maupun campuran dengan gradasi di bawah kurva Fuller adalah 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, dan 7%. Untuk setiap kadar aspal dibuat 3 (tiga) buah benda uji.

Persiapan Benda Uji Marshall

Selanjutnya dilakukan pembuatan campuran beraspal panas sesuai dengan kriteria Marshall SNI-06-2489-1991 F, dengan jumlah agregat yang dibutuhkan adalah sebanyak 1.100 gram untuk 1 (satu) benda uji. Rancangan dan kombinasi beberapa fraksi agregat yang sesuai dengan keadaan gradasi agregat yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5 Gabungan Proporsi Fraksi Agregat Dengan Gradasi ACWC di atas Kurva Fuller

Komposisi Gabungan Fraksi Untuk Gradasi Agregat	Berat Agregat (gram)	Kumulatif (gram)
Agregat kasar 14%	$14/100 \times 1150 = 161$	161
Agregat Sedang 21%	$21/100 \times 1150 = 241,5$	402,5
Abu Batu 65%	$65/100 \times 1150 = 747,5$	1150
Total = 1150		

Tabel 6 Gabungan Proporsi Fraksi Agregat Dengan Gradasi ACWC di bawah Kurva Fuller

Komposisi Gabungan Fraksi Untuk Gradasi Agregat	Berat Agregat (gram)	Kumulatif (gram)
Agregat kasar 26%	$26/100 \times 1100 = 299$	299
Agregat Sedang 33%	$33/100 \times 1150 = 379,5$	678,5
Abu Batu 40%	$41/100 \times 1150 = 471,5$	1150
Total = 1150		

Uji Marshall

Uji Marshall dilakukan untuk mengetahui karakteristik campuran beraspal panas, sehingga dapat ditentukan Kadar Aspal Optimum (KAO). Pemeriksaan dimaksudkan untuk menentukan ketahanan (stabilitas) terhadap pelelehan plastis (flow) campuran beraspal. Dari pengujian Marshall ini diperoleh grafik yang menunjukkan hubungan antara parameter Marshall campuran dengan kadar aspal, sehingga dari hubungan tersebut dapat ditentukan KAO. Hasil pengujian Marshall ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7 Hasil Uji Marshall

Pemeriksaan	Gradasi Agregat di atas Kurva Fuller	Gradasi Agregat di bawah Kurva Fuller	Persyaratan	Satuan
1 Kadar Aspal Optimum	6,5	6,05	> 4,5	%
2 Kepadatan	2,321	2,341	> 2,25	gr/cc
3 VMA	18,34	18,47	> 15	%
4 VIM	5,43	5,50	4,9 – 5,9	%
5 VFB	70,9	70,55	> 65	%
6 Stabilitas	1316,92	1182,66	> 800	kg
7 Pelelehan	3,59	3,03	> 2	mm
8 MQ	370,88	387,25	> 200	kg/mm
9 VIM PRD	3,24	3,18	> 2,5	%

Hal yang dapat mempengaruhi nilai kepadatan atau density suatu campuran beton aspal panas adalah kadar aspal. Hasil pengujian menunjukkan bahwa campuran yang menggunakan gradasi campuran di bawah kurva Fuller menghasilkan kepadatan yang lebih besar (2,341 gr/cc) dibandingkan dengan campuran yang menggunakan gradasi di atas kurva Fuller (2,321 gr/cc).

Nilai VIM pada kadar aspal optimum sebesar 5,50% (untuk benda uji dengan gradasi di bawah kurva fuller) dan 5,43% (untuk benda uji dengan gradasi di atas kurva fuller), menunjukkan bahwa peningkatan kadar aspal menyebabkan mengecilnya nilai VIM. Nilai VIM ini perlu

dipertahankan pada batas antara 4,9% sampai 5,9%, sehingga tidak mengakibatkan campuran menjadi porous yang akhirnya akan lebih mudah mengalami keretakan (cracking).

Nilai VMA pada kadar aspal optimum adalah sebesar 18,47% (benda uji dengan gradasi di bawah kurva fuller) dan 18,34 % (benda uji dengan gradasi di atas kurva fuller). Data yang diperoleh menunjukkan bahwa beton aspal yang menggunakan gradasi di bawah kurva Fuller mempunyai nilai VMA yang lebih tinggi daripada beton aspal yang menggunakan gradasi di atas kurva Fuller.

Nilai VFB untuk masing-masing jenis beton aspal adalah, berturut-turut, sebesar 70,55% dan 70,49%, untuk benda uji yang menggunakan gradasi agregat di bawah kurva Fuller dan benda uji yang menggunakan gradasi agregat di atas kurva Fuller. Dengan kata lain, campuran dengan gradasi di atas kurva Fuller memberikan nilai VFB yang lebih rendah lebih rendah 0,06% dibandingkan dengan campuran dengan gradasi di bawah atas kurva Fuller. Tetapi perbedaan ini tidak begitu berpengaruh, karena masih dalam batasan ketentuan spesifikasi ACWC, yaitu lebih besar daripada 65% (Bina Marga 2002).

Stabilitas merupakan ukuran kemampuan campuran untuk menahan beban yang diterimanya. Pada kadar aspal optimum dihasilkan stabilitas sebesar 1182,66 kg, untuk benda uji dengan gradasi di bawah kurva Fuller, dan 1316,92 kg, untuk benda benda uji dengan gradasi di atas kurva Fuller.

Hasil pengujian pelehan memberikan hasil 3,02 mm, untuk benda uji dengan gradasi di bawah kurva Fuller, dan 3,59 mm, untuk benda uji dengan gradasi di atas kurva Fuller, pada kadar aspal optimum. Karena nilai pelelehan yang lebih rendah menunjukkan karakteristik campuran yang baik dalam menahan deformasi, maka benda uji dengan gradasi di bawah kurva Fuller lebih tahan terhadap deformasi.

Nilai Marshall Quotient sangat bergantung pada nilai stabilitas dan pelelehan, karena Marshall Quotient merupakan hasil bagi antara Stabilitas Marshall dengan pelelehan. Benda uji yang terbuat dari campuran bergradasi di atas kurva Fuller mempunyai nilai Marshall Quotient yang lebih tinggi, yaitu sebesar 370,88 kg/mm, dibandingkan dengan campuran bergradasi di bawah kurva Fuller, yang hanya sebesar 387,25 kg/mm. Kedua jenis campuran tersebut memenuhi batas spesifikasi laston menurut Bina Marga, yaitu lebih besar daripada 200 kg/mm.

Uji Marshall Immersion

Uji Marshall Immersion dimaksudkan untuk mendapatkan nilai indeks perendaman atau nilai stabilitas sisa. Pada studi ini digunakan 12 (dua belas) benda uji, yaitu 6 (enam) buah benda uji terbuat dari campuran yang menggunakan gradasi di atas kurva Fuller dan 6 (enam) buah benda uji yang menggunakan gradasi di bawah kurva Fuller. Untuk masing-masing jenis benda uji, 3 (tiga) benda uji direndam selama 30 menit (pengujian Marshall standar) dan 3 (tiga) benda uji direndam selama 24 jam sebelum dilakukan pengukuran stabilitas benda uji dengan alat Marshall. Dari pengujian ini didapat nilai stabilitas sisa rata-rata untuk benda-benda uji yang menggunakan gradasi di atas kurva Fuller dan yang menggunakan gradasi di bawah kurva Fuller, berturut-turut sebesar 93,7% dan 89,6%.

Pengujian Durabilitas dengan Wheel Tracking Machine

Perhitungan untuk pembuatan benda uji stabilitas dinamis dengan menggunakan alat Wheel tracking Machine adalah sebagai berikut :

- (1) Untuk benda uji dengan gradasi di atas kurva Fuller:

$$\begin{aligned}\text{Berat total campuran} &= 4500 \times 2,314 \times 1,03 = 10725,39 \text{ gram} \\ \text{Berat aspal} &= (6,5/100) \times 10725,39 = 697,1550 \text{ gram} \\ \text{Berat agregat} &= 10725,39 \text{ gram} - 697,1550 \text{ gram} = 10028,24 \text{ gram}\end{aligned}$$

Tabel 8 Komposisi Campuran Benda Uji dengan Gradasi di atas Kurva Fuller

Komposisi campuran	Berat Agregat tiap fraksi
Agregat kasar 14%	$14/100 \times 10028,24 = 1403,95 \text{ gram}$
Agregat sedang 21%	$21/100 \times 10028,24 = 2105,93 \text{ gram}$
Agregat halus 65%	$65/100 \times 10028,24 = 6518,36 \text{ gram}$

- (2) Untuk benda uji dengan gradasi di bawah kurva Fuller:

$$\begin{aligned}\text{Berat total campuran} &= 4500 \times 2,314 \times 1,03 = 10725,39 \text{ gram} \\ \text{Berat aspal} &= (6,05/100) \times 10725,39 = 648,88 \text{ gram} \\ \text{Berat agregat} &= 10725,39 \text{ gram} - 648,88 \text{ gram} = 10076,51 \text{ gram}\end{aligned}$$

Tabel 9 Komposisi Campuran Benda Uji dengan Gradasi di bawah Kurva Fuller

Komposisi campuran	Berat Agregat tiap fraksi
Agregat kasar 26%	$26/100 \times 10076,51 = 2619,89 \text{ gram}$
Agregat sedang 33%	$33/100 \times 10076,51 = 3325,25 \text{ gram}$
Agregat halus 41%	$41/100 \times 10076,51 = 4131,36 \text{ gram}$

Percobaan yang dilaksanakan mengikuti standar, di mana lebar ban 5 cm, tebal 1,5 cm, dan garis tengah ban 20 cm. Pada saat percobaan ban berada di tengah-tengah benda uji dengan gerakan horizontal melintasi benda uji, dengan laju 42 lintasan/menit. Benda uji yang digunakan berukuran $30 \times 30 \text{ cm}^2$ dengan tebal 5 cm. Pemadatan benda uji dilaksanakan dengan menggunakan alat pemadat khusus, yaitu compactor machine, selama 37 lintasan, yang terdiri atas 33 lintasan untuk pemadatan dan 4 lintasan untuk pemerataan, dengan beban 100 kg dan tekanan $3,33 \text{ kg/cm}^2$.

Benda uji diuji setelah dibiarkan selama kira-kira 12 jam pada suhu ruang. Sebelum melakukan pengujian, benda uji dimasukkan ke dalam ruangan yang temperatur ruangnya mencapai 60°C selama minimum 6 jam. Beban percobaan yang digunakan adalah standar untuk lalu lintas sebesar $6,4 \text{ kg/cm}$. Untuk masing-masing benda uji dilakukan pengujian dengan lintasan roda sejumlah 1260 lintasan/mm selama 60 menit (satu jam). Dari pengujian ini diperoleh stabilitas dinamis dan kedalam alur yang dihitung sebagai berikut:

$$\text{Stabilitas Dinamis (Dynamic Stability), } DS = \frac{42x(t_2 - t_1)}{(d_2 - d_1)xC_1xC_2} \quad (2)$$

$$\text{Kecepatan Deformasi (Rate of Deformation), } RD = \frac{(d_{60} - d_{45})}{t_2 - t_1} \quad (3)$$

dengan:

C1 = faktor koreksi = 1,0 untuk mesin uji kecepatan

C2 = faktor koreksi = 1,0 untuk benda uji ukuran lebar 300 mm

d1 = deformasi saat t1 (45 menit)

d2 = deformasi saat t2 (60 menit)

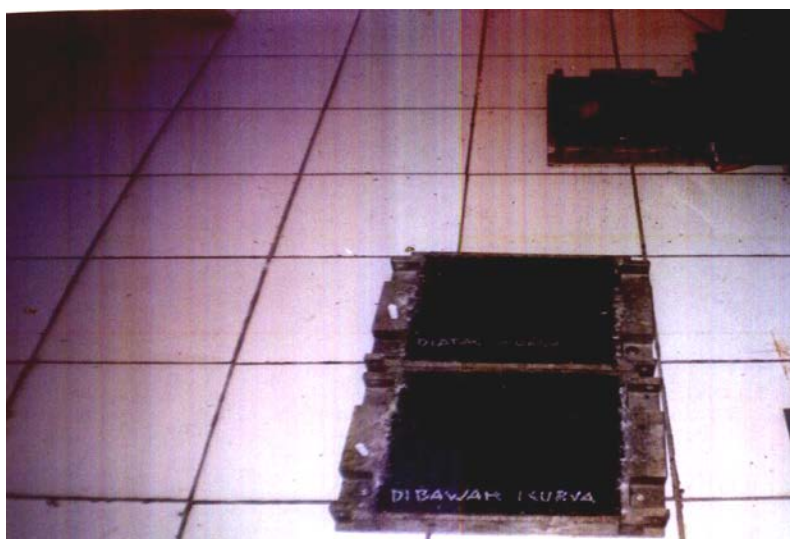
t1 = lama waktu pengujian 45 menit

t2 = lama waktu pengujian 60 menit

Pengujian dilakukan di laboratorium, dalam suatu ruangan dengan temperatur yang disesuaikan dengan kondisi di lapangan (60°C). Hasil yang diperoleh menunjukkan hubungan antara waktu dan nilai deformasi, seperti diperlihatkan pada Tabel 10 dan Gambar 4.

Tabel 10 Hasil Pengujian dengan Wheel Tracking Machine

Data Pengujian Wheel Tracking Machine				
Temperatur Udara 60 ⁰ C				
Waktu	Passing	Jenis Campuran		Keterangan
		Gradasi di Bawah Kurva Fuller	Gradasi di Atas Kurva Fuller	
0	0	0,00	0,00	
1	21	0,51	0,25	
5	105	1,78	0,76	
10	210	2,29	1,27	
15	315	3,05	1,78	
30	630	4,32	2,74	
45	945	5,84	3,76	
60	1260	7,62	5,08	
DS		354,3	477,0	Stabilitas Dinamis (lintasan/mm)
RD		0,1185	0,0881	Kecepatan Deformasi (mm/menit)

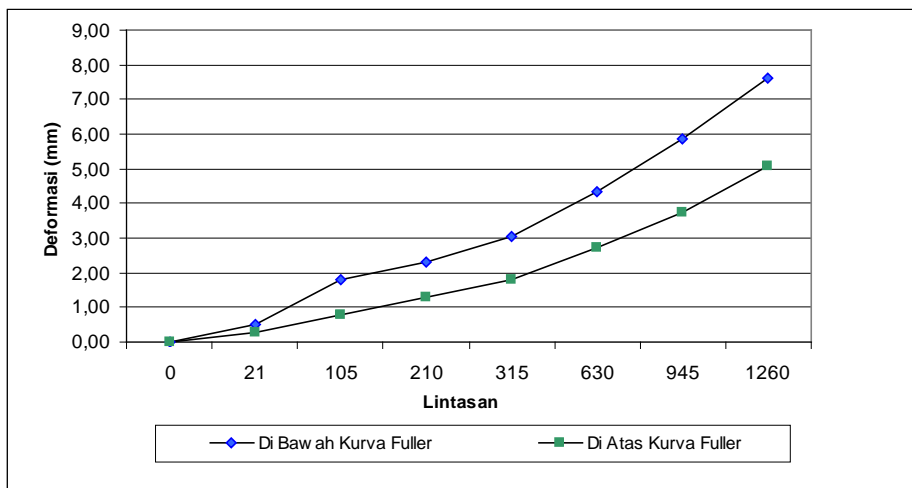


Gambar 2 Bentuk Benda Uji



Gambar 3 Wheel Tracking Machine

Hasil pengujian, seperti yang diperlihatkan pada Tabel 4.10, menunjukkan bahwa campuran yang menggunakan agregat dengan gradasi di atas kurva Fuller menghasilkan kedalaman alur yang lebih kecil. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa campuran dengan gradasi di atas kurva Fuller lebih tahan terhadap penurunan akibat beban berulang pada suhu udara 60°C.



Gambar 4 Hubungan Deformasi dan Lintasan Hasil Pengujian Wheel Tracking Machine

KESIMPULAN

Pada studi ini dipelajari pengaruh gradasi agregat yang digunakan untuk membuat beton aspal terhadap kedalaman alur roda. Untuk itu dibuat 2 (dua) macam campuran dengan gradasi berbeda, yaitu gradasi di atas kurva Fuller dan gradasi di bawah kurva Fuller. Dengan menggunakan prosedur Marshall, ditentukan kadar aspal optimum untuk membuat campuran. Selanjutnya dibuat benda-benda uji dengan kadar aspal optimum yang diperoleh untuk pengujian yang menggunakan Wheel Tracking Machine.

Campuran laston yang menggunakan agregat bergradasi di atas kurva Fuller mempunyai nilai stabilitas sisa yang lebih tinggi, yaitu 93,7%, dibandingkan dengan laston yang menggunakan agregat bergradasi di bawah kurva Fuller, yaitu 89,6%. Hasil tersebut menunjukkan campuran laston bergradasi di atas kurva Fuller lebih durabel dibandingkan dengan laston bergradasi di bawah kurva Fuller.

Hasil pengujian dengan Wheel Tracking Machine menunjukkan bahwa laston bergradasi di atas kurva Fuller mempunyai penurunan yang lebih rendah dibandingkan dengan laston bergradasi di bawah kurva Fuller. Dengan demikian penggunaan gradasi di atas kurva fuller akan menghasilkan campuran yang lebih tahan terhadap penurunan akibat beban berulang.

DAFTAR PUSTAKA

- Siswosoebrotho, B.I. 1994. *Peranan Filler pada Sifat-Sifat Teknik Campuran Hot Rolled Asphalt*. Konferensi Tahunan Teknik Jalan Ke-5. Bandung.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1983. *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston)*. No. 13 PT-B-1983, Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1976. *Manual Pemeriksaan Bahan Jalan*. No. 01/MN/BM/1976, Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1987. *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) untuk Jalan Raya*. SKBI-2.4.26, Yayasan Penerbitan Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1970. *Aspal Beton Perencanaan Campuran di Laboratorium*. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1971. *Agregat dan Penggunaannya pada Konstruksi Jalan*. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1987. *Aspal Campuran Panas Dengan Durabilitas Tinggi*. Buku I, Rancangan Campuran, Central Quality Control and Mentoring Unit. Section 6.3/I. Jakarta
- Sukirman, S. 1993. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Penerbit Nova. Jakarta.
- The Asphalt Institute. 1993. *Mix Design Method for Asphalt Concrete and Other Hot-Mix Types*. Manual Series No.2 (MS-2). Lexington, KY.

